

## Relación de la fuerza, potencia y composición corporal con el rendimiento deportivo en nadadores jóvenes de la Región Metropolitana de Chile

### Relationship of strength, power and body composition with sports performance in young swimmers in the Metropolitan Region of Chile

\*Carlos Véliz Véliz, \*\*Fernando Maureira Cid, \*\*\*Marcela Jaurés Rodríguez

\*Gimnasio Pulse, Estadio Mayor (Chile), \*\*Universidad Católica Silva Henríquez (Chile), \*\*\*Universidad Mayor (Chile)

**Resumen.** Entre las múltiples variables que condicionan el rendimiento en pruebas de natación resalta la fuerza explosiva y la potencia, ambos predictores confiables de la velocidad del nadador. El objetivo del presente estudio fue determinar la relación de la fuerza, potencia y variables antropométricas con el tiempo mínimo en nadadores jóvenes. La muestra estuvo constituida por 27 nadadores de Santiago de Chile, 14 de sexo masculino (51,9%) y 13 de sexo femenino (48,1%), con edades entre 13 y 21 años. Los datos de antropometría se obtuvieron con el protocolo ISAK, utilizando una balanza digital Tanita modelo HD 357 y el kit Rosscraft Centurion. Para medir la altura de salto se utilizó la plataforma de contacto DmJump®. La medición de fuerza a través del press banco, prensa horizontal y pull down se llevó a cabo con una repetición máxima. Finalmente, la medición de la fuerza de prensión manual se realizó con un dinamómetro digital baseline®. Los resultados muestran que los tiempos obtenidos en 50 metros de nado libre presentan relaciones inversas con cuatro variables antropométricas, con la altura del Abalakov Jump y con cuatro pruebas de fuerza. La prueba de 50, 100 y 200 metros estilo pecho solo se relacionan con la fuerza de prensión de la mano. La prueba de 200 metros combinado se relaciona con cinco variables antropométricas, con la altura de salto del CMJ y con las cinco pruebas de fuerza. Son necesarias nuevas investigaciones donde se evalúe un mayor número de deportistas, con mayores rangos etarios y diversos tiempos y tipos de entrenamiento que puedan ayudar a entender de mejor forma la incidencia de estas variables sobre el rendimiento deportivo.

**Palabras claves:** natación, potencia, fuerza, antropometría, rendimiento deportivo.

**Abstract.** Among the multiple variables that condition the performance in swimming tests highlights the explosive force and the power, both reliable predictors of swimmer speed. The aim of this study was to determine the relationship of force, power and anthropometric variables with the minimum time in young swimmers. The sample consisted of 27 swimmers from Santiago de Chile, 14 male (51.9%) and 13 female (48.1%) with ages between 13 and 21 years. The anthropometry data were obtained with the ISAK protocol, using a digital scale Tanita model HD 357 and the kit Rosscraft Centurion. To measure the jump height, the contact platform DmJump® was used. The force measurement through the press bench, horizontal press and pull down was carried out with a repetition maximum. Finally, the measurement of the manual clamping force was carried out with a digital dynamometer baseline®. The results show that the times obtained in 50 meters of free swimming show inverse relationships with four anthropometric variables, with the height of the Abalakov Jump and with four force tests. The 50, 100 and 200-meter breaststroke test only relates to the grip force of the hand. The combined 200-metre test is related to five anthropometric variables, the jump height of the CMJ and the five force tests. New research is needed where a greater number of athletes were evaluated, with higher age ranges and different training times and types that can help to better understand the incidence of these variables on sports performance.

**Keywords:** swimming, power, strength, anthropometry, sports performance.

### Introducción

La natación clásica de competición se comprende como una modalidad deportiva realizada en el medio acuático, donde el nivel de rendimiento se asocia a la capacidad que tiene el deportista para completar un trayecto determinado en el menor tiempo posible (Barbosa, Morais, Marques, Costa y Marinho, 2014; Willems, Cornelis, De Deurwaerder, Roelandt, y De Mits, 2014). Entre las múltiples variables que condicionan el rendimiento en pruebas de natación resalta la fuerza explosiva y la potencia. La primera de ellas resulta fundamental en el salto desde la plataforma de salida hasta el primer desplazamiento bajo el agua, lo cual está determinado por el tiempo de reacción, la fuerza explosiva del salto y la habilidad para desplazarse a una alta velocidad durante el deslizamiento subacuático (Maglischo, 1993, citado por Breed y Young, 2003).

La potencia generada por el nadador es un predictor fiable de la velocidad de natación en estilo crol, ya que los nadadores con mejores marcas en mundiales producen ma-

yores niveles de potencia que los de marcas menores (Barbosa, Morais, Marques, Costa y Marinho, 2014; Domínguez-Castells, Izquierdo y Arellano, 2013). Monu (2013) argumenta que para realizar un buen salto el nadador debe generar una gran cantidad de potencia en la extensión de tobillo, rodilla y cadera. Con esa potencia se alcanza una mayor velocidad de despegue y así se consigue un mejor desplazamiento horizontal del cuerpo del nadador antes de entrar al agua (Breed y Young, 2003). En otro estudio, Johnson, Sharp y Hedrick (1993) evaluaron el pico máximo de potencia de 29 nadadores de entre 14 y 22 años. Para ello, los deportistas nadaron a la máxima velocidad con un cable atado a la cintura, el cual estaba conectado a un dispositivo que registra la potencia generada por el nadador. La media en el pico de potencia generado por estos nadadores fue de 85 Watts. Esta variable correlacionó positivamente con la velocidad de nado en una prueba de 22,85 metros realizado al máximo esfuerzo.

Peyrebrune, Toubekis, Lakomy y Nevill (2012) realizaron un estudio de potencia en nadadores usando el mismo método del cable atado a la cintura del deportista, mostrando que la fuerza máxima se logra a los dos segundos del inicio de la prueba y luego comienza a disminuir progresivamente hasta el final de la medición.

Otra variable fundamental en el rendimiento deportivo es la fuerza máxima, la cual influye sobre la velocidad de desplazamiento durante una prueba de natación, esto a través del aumento de la frecuencia de brazadas, transferencia de energía cinética al agua y aumento de la longitud del ciclo de brazada-pateo (Aspenes, Kjendlie, Hoff y Helgerud, 2009; Caputo, Oliveira, Denadai y Greco, 2006; Dopsaj, Matkovic y Zdravkovic, 2000; Girold, Maurin, Dugue, Chatard y Millet, 2007; Toussaint, Van der Berg y Beek, 2002; Trinidad y Lorenzo, 2012).

West, Owen, Cunningham, Cook y Kilduff (2011) mostraron correlaciones significativas entre la prueba de 1RM en sentadilla y el rendimiento del salto desde la plataforma de salida y los primeros 15 metros de natación. Garrido, Marinho, Barbosa, Costa, Silva, Pérez, et al. (2010) muestran que la fuerza evaluada con press de banco plano se relaciona con el rendimiento en pruebas de 25 y 50 metros estilo crol.

Por otro lado, la dinamometría parece ser un buen predictor de rendimiento en natación. Girold et al. (2007) evidenciaron que la fuerza isométrica de extensores y flexores de codo es un predictor de buen rendimiento para la velocidad en 100 metros estilo libre.

La otra variable que incide de forma importante en el rendimiento deportivo es la composición corporal. Los nadadores velocistas se inclinaban hacia un somatotipo mesomórfico, como también a niveles más bajos de porcentaje de grasa que los nadadores especialistas en hacer pruebas más largas, los cuales muestran un mayor componente endomorfo (Faulkner, 1966, citado por Siders, Lukaski, y Bolonchuk, 1993) y los nadadores de velocidad tienen una mayor estatura y masa muscular que los nadadores de resistencia (Strzala y Tyka, 2009).

Cabañas y Esparza (2009) plantean algunas características cineantropométricas de los nadadores: deportista de gran talla, liviano, de hombros con gran diámetro biacromial y una importante envergadura. Estas características potencian la fuerza que se realiza con las extremidades superiores y las manos. Los hombres poseen un somatotipo inclinado hacia el ectomesomorfo, mientras que las mujeres lo tienen hacia el endomesomorfo. Martínez-Sanz, Mielgo-Ayusoc y Urdampilleta (2012) evaluaron a 17 nadadores adolescentes de ambos sexos, encontrando diferencias significativas en talla, envergadura, pliegues cutáneos, índice biacromio-bicrestal, masa corporal ósea, muscular y grasa, endomorfia y ectomorfia ( $p < .05$ ).

En base a los antecedentes descritos es que surge el objetivo de la presente investigación: determinar la relación entre la potencia del tren inferior, la fuerza del tren superior y la composición corporal con el rendimiento deportivo en un grupo de nadadores jóvenes del Estadio Mayor de Santiago de Chile.

## Material y método

### Muestra

Se trabajó con una muestra no probabilística intencional que estuvo constituida por 27 nadadores del Club Mayor de Santiago de Chile. Del total, 14 nadadores son de sexo masculino (51,9%) y 13 de sexo femenino (48,1%). La edad mínima de las mujeres fue de 13 y la máxima de 20 años, con una

media de  $15,4 \pm 1,93$ . La edad mínima de los varones fue de 13 y la máxima de 21 años, con una media de  $15,6 \pm 2,06$ . Las mujeres presentan una media de  $6,7 \pm 2,9$  años practicando natación y los varones una media de  $7,6 \pm 2,8$  años. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado y en el caso de los menores de edades sus padres firmaron las autorizaciones para participar en el estudio.

### Instrumentos

Para las mediciones antropométricas se utilizó el protocolo ISAK (Stewart, Marfell-Jones, Olds y De Ridder, 2011) para evaluar composición corporal según método pentacompartimental de Debora Kerr (1998). Para esto se utilizó una balanza digital Tanita modelo HD 357 (precisión de 100 gr), un estadiómetro portátil marca Seca modelo 213, cajón antropométrico de 50 centímetros, kit Rosscraft Centurion que incluye caliper slimguide, cinta métrica metálica y diámetros campbell 10 (de calibres cortos) y campbell 20 (de calibres largos). La evaluadora fue una nutricionista certificada con ISAK nivel 3. Para medir la altura de salto el squad jump, counter movement squad jump y abalakov jump se utilizó la plataforma de contacto DmJump®, marca Prometheus Sportech® (DMJ) conectada al software DMJ V2.2 Beta, este instrumento fue validado en Chile por Saavedra y Vergara (2013). La potencia de salto fue calculada a través de la siguiente fórmula:  $(\text{peso (kg)} \times \text{distancia}^2 (\text{m}^2)) / \text{tiempo}^3 (\text{s}^3)$ . La medición de fuerza a través del press banco, prensa horizontal y pull down se llevo a cabo en la sala de musculación del gimnasio Estadio Mayor en Santiago de Chile. Finalmente, la medición de la fuerza de presión manual se realizó con un dinamómetro digital baseline® con precisión de 100 gramos.

### Procedimiento

El primer día se realizaron las evaluaciones antropométricas en una sala aislada y habilitada para ello. El porcentaje de grasa se obtuvo con los pliegues del tríceps, subescapular, bíceps, cresta iliaca, supraespinal, abdominal, muslo frontal, pantorrilla. Además de evaluaron perímetros, diámetros y longitudes. La masa grasa se calculó con el método de fraccionamientos de 5 masas de Kerr (1988). Las mediciones antropométricas fueron realizadas en la mañana a primera hora en ayunas, en una sala aislada con temperatura ambiente de  $25^\circ$ .

El día siguiente se determinó la fuerza prensil de manos para cada nadador/a, para ello el sujeto se mantuvo erguido y de forma bípeda, apretando el dinamómetro de forma continua durante al menos 3 segundos. La medición se realizó en dos ocasiones (alternativamente con la mano derecha e izquierda), con un breve descanso entre los intentos. Durante la ejecución el deportista mantuvo el codo en toda su extensión y evitó el contacto del dinamómetro con cualquier parte del cuerpo.

El día dos se continuo con la evaluación de la fuerza explosiva, para esto se comenzó con un calentamiento de 10 minutos que consistió en movilidad articular en flexión-extensión horizontal de los hombros, flexiones, extensiones, abducción y aducción de piernas. Luego se enseñó la técnica de los saltos verticales según las directrices del test de Bosco, Luhtanen y Komi (1983). Una vez que todos/as los/

as deportistas lograron ejecutar los saltos correctamente se comenzó con el testeo, para lo cual cada participante debió ejecutar dos saltos Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) pierna derecha e izquierda y Abalakov Jump (AJ). Para finalizar las actividades del día dos se estimó una repetición máxima (RM) para los músculos de empuje (press de banco) y tracción (pull down) del tren superior, así como un ejercicio de empuje (prensa horizontal) del tren inferior. La evaluación de la RM se obtuvo con la fórmula de Bryzcki (1993):  $1 \text{ RM} = \text{kg} / (1,0278 - 0,0278 * \text{rep})$  tomando el peso levantado por el deportista y de acuerdo con el número de repeticiones efectuadas, se determinó la carga de trabajo.

Las pruebas de fuerza y potencia fueron realizadas al comienzo del día de entrenamiento y antes de cualquier intervención, mientras los/as deportistas estaban en completo descanso. Todo el procedimiento se realizó en el Estadio Mayor de Peñalolén de Santiago de Chile.

Una semana más tarde, los/as deportistas compitieron en un Open de piscina corta realizado en la piscina del Estadio Nacional de la Región Metropolitana en Chile, donde se obtuvieron todos los tiempos de natación incluidos en este estudio.

### Análisis de datos

Se utilizó el programa estadístico SPSS 24.0 para Windows. Se aplicó estadística descriptiva como medias y desviaciones estándar. También se utilizó estadística inferencial como pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para comparar cada una de las variables antropométricas, de salto y cualidades físicas según los años practicando natación. Los análisis de correlaciones de Spearman se utilizaron para la asociación entre las variables estudiadas y los tiempos obtenidos en diversas pruebas de natación. Se considero significativo un valor  $p < 0,05$ .

### Resultados

En la tabla 1 se muestra la estadística descriptiva para cada una de las variables antropométricas, altura de salto, fuerza máxima tren superior, fuerza máxima tren inferior y fuerza de prensión de la mano derecha e izquierda. Como era de esperarse las mujeres presentan mayor porcentaje y kilos de masa grasa. Por el contrario, los varones presentan mayor peso, talla, mayor porcentaje y kilos de masa muscular, mayor porcentaje y kilos de masa ósea, mayor altura en todos los saltos y mayor fuerza en todas las pruebas. Solo el IMC es similar entre ambos sexos.

Tabla 1.  
Medias y desviaciones estándar de las variables estudiadas según sexo de la muestra.

Variables	Mujeres	Varones
Peso en kg.	56,8±7,58	62,3±9,51
Talla en cm.	164,0±4,84	170,9±7,27
Índice de Masa Corporal (IMC)	21,1±2,51	21,2±2,31
% masa grasa	28,9±4,37	23,5±3,26
Kilos masa grasa	16,4±3,05	14,3±1,73
% masa muscular	43,6±3,52	46,2±3,63
Kilos masa muscular	24,8±4,30	29,2±6,39
Índice muscular-óseo	3,89±0,45	3,82±0,46
% masa ósea	11,3±1,02	12,3±0,99
Kilos masa ósea	6,38±0,82	7,87±1,17
Squad Jump (SJ) en cm.	16,5±3,89	19,8±5,26
Counter Movement Jump bipodal (CMJB) en cm.	19,6±4,52	28,4±6,94
Counter Movement Jump pierna derecha (CMJD) en cm.	7,8±3,28	11,4±4,11
Counter Movement Jump pierna izquierda (CMJI) en cm.	8,9±3,27	12,3±4,58
Abalakov Jump (ABK) en cm.	22,5±7,60	34,3±9,32
Press banco en kilos	35,3±12,41	59,8±21,88
Prensa horizontal en kilos	110,2±18,60	129,3±31,91
Pull down en kilos	51,9±14,02	77,9±15,92
Prensión derecha en kilos	29,5±4,99	40,9±12,35
Prensión izquierda en kilos	29,0±3,68	38,9±10,48

Las pruebas de Kruskal-Wallis comparando las variables antropométricas, altura de salto y fuerza en mujeres según grupos de edades practicando natación ( $d > 5$  años, 6-10 años y  $e > 11$  años) no presenta diferencias significativas en ninguna de ellas. Los varones presentan diferencias en el porcentaje de masa grasa (mayor en grupo  $d > 5$  años;  $p = 0,038$ ), de altura del CMJ pierna izquierda (mayor a mayor cantidad de años entrenando;  $p = 0,025$ ), de altura del ABK (mayor a mayor cantidad de años entrenando;  $p = 0,019$ ), de fuerza en press banco (mayor a mayor cantidad de años entrenando;  $p = 0,016$ ), de fuerza en prensa horizontal (mayor a mayor cantidad de años entrenando;  $p = 0,021$ ) y de fuerza de prensión con mano izquierda (mayor a mayor cantidad de años entrenando;  $p = 0,042$ ). El resto de las variables no presentan diferencias entre los diversos grupos de practica de natación en varones.

El análisis del déficit bilateral en el counter movement jump entre la pierna derecha e izquierda no muestra diferencias significativas en las mujeres ( $Z = -0,924$ ;  $p = 0,355$ ), misma situación que ocurre con la prensión de la mano derecha e izquierda ( $Z = -0,051$ ;  $p = 0,959$ ). Los varones tampoco presentan diferencias en la altura de salto con pierna derecha e izquierda ( $Z = -0,483$ ;  $p = 0,629$ ) o la prensión de ambas manos ( $Z = -0,506$ ;  $p = 0,613$ ).

La tabla 2 muestra los valores descriptivos de los tiempos en las pruebas de natación incluidas en la presente investigación. En las mujeres los tiempos de las pruebas de 50 metros oscilaron entre un mínimo de 28'90 segundos en estilo libre y un máximo de 52'45 segundos en estilo pecho. En varones los tiempos de estilo libre se incrementan en un 112% entre 100 y 200 metros, pero sólo un 100,8% entre 200 y 400 metros.

Tabla 2.  
Estadística descriptiva de los tiempos (expresados en segundos) de los deportistas de la muestra en diversas pruebas de natación.

Prueba	Mínimo	Máximo	Media
Mujeres			
50 m libres	28,90	33,69	31,33 ± 1,76
50 m espalda	31,40	37,92	34,17 ± 2,56
50 m pecho	36,55	52,45	41,60 ± 5,71
50 m mariposa	30,40	33,46	32,17 ± 1,51
100 m pecho	77,06	97,76	85,44 ± 7,60
200 m pecho	164,15	207,23	202,20 ± 35,96
Varones			
100 m libres	54,15	68,23	57,89 ± 5,02
200 m libres	121,33	149,72	131,10 ± 9,77
400 m libres	230,30	292,63	264,25 ± 37,52
50 m espalda	28,37	34,78	31,02 ± 2,41
100 m espalda	61,09	78,08	66,79 ± 6,08
50 m pecho	27,61	40,25	34,58 ± 4,28
200 m combinado	134,28	169,77	144,78 ± 13,00

La tabla 3 presenta las correlaciones significativas entre diversas variables antropométricas, de salto y de fuerza en mujeres, con sus resultados en seis pruebas de natación. Los tiempos obtenidos en 50 metros libres presentan relaciones inversas con cuatro variables antropométricas, con la altura del Abalakov Jump y con cuatro pruebas de fuerza. La prueba de 50, 100 y 200 metros estilo pecho solo se relacionan con la fuerza de prensión de la mano izquierda. En tanto, los tiempos de 50 metros espalda y 50 metros mariposa no se relacionan con ninguna de las variables estudiadas.

La tabla 4 muestra las correlaciones significativas entre diversas variables antropométricas, de salto y de fuerza en varones, con sus resultados en siete pruebas de natación. Los tiempos obtenidos en 100 metros espalda presentan relaciones inversas con dos variables antropométricas, con la altura del CMJ con la pierna izquierda y el Abalakov Jump, además de relación inversa con las cinco pruebas de fuerza.

Tabla 3.

Correlaciones de diversas variables estudiadas con los tiempos obtenidos por las mujeres en algunas pruebas de natación.

Pruebas	Variables	r	p
50 metros libres	IMC	-.790	.020*
	% masa grasa	-.755	.031*
	% masa muscular	-.762	.028*
	Kilos masa muscular	-.898	.002**
	Kilos masa ósea	-.813	.013*
	Abalakov Jump	-.719	.045*
	Press banco	-.762	.028*
	Prensa horizontal	-.881	.004**
	Pull down	-.826	.011*
	Preñión mano izquierda	-.833	.010**
50 metros espalda	-	-	-
50 metros pecho	CMJ pierna derecha	-.757	.049*
	Preñión mano izquierda	-.821	.023*
50 metros mariposa	-	-	-
100 metros pecho	Preñión mano izquierda	-.943	.005**
200 metros pecho	Preñión mano izquierda	-.943	.005**

\*Correlación significativa al nivel .05

\*\*Correlación significativa al nivel .01

La prueba de 200 metros combinado se relaciona con cinco variables antropométricas, con la altura de salto del CMJ con pierna derecha e izquierda, y con las cinco pruebas de fuerza. En tanto, los tiempos de 200 y 400 metros libre no se relacionan con ninguna de las variables estudiadas.

Tabla 4.

Correlaciones de diversas variables estudiadas con los tiempos obtenidos por los varones en algunas pruebas de natación.

Pruebas	Variables	r	p
100 metros libre	Kilos de masa muscular	-.893	.007**
	Press banco	-.821	.023*
	Preñión mano derecha	-.786	.036*
200 metros libre	-	-	-
400 metros libre	-	-	-
50 metros espalda	% masa grasa	.829	.042*
	Kilos de masa muscular	-.829	.042*
100 metros espalda	% masa grasa	.857	.014*
	% masa muscular	-.893	.007**
	Kilos masa muscular	-.893	.007**
	CMJ pierna izquierda	-.821	.023*
	Salto Abalakov	-.893	.007**
	Press banco	-.857	.014*
	Prensa horizontal	-.857	.014*
	Pull down	-.883	.008**
	Preñión mano derecha	-.786	.036*
	Preñión mano izquierda	-.821	.023*
50 metros pecho	% masa grasa	.857	.014*
	Pull down	-.837	.019*
200 metros combinado	% masa grasa	-.621	.018*
	% masa muscular	.779	.001**
	Kilos de masa muscular	.878	.000**
	Índice muscular-óseo	.804	.001**
	% masa ósea	-.564	.036*
	CMJ pierna derecha	.534	.049*
	CMJ pierna izquierda	.675	.008**
	Salto Abalakov	.595	.025*
	Press banco	.803	.001**
	Prensa horizontal	.732	.003**
	Pull down	.763	.001**
	Preñión mano derecha	.853	.000**
	Preñión mano izquierda	.778	.001**

\*Correlación significativa al nivel .05

\*\*Correlación significativa al nivel .01

## Discusiones

En la presente investigación se evidenció que las mujeres nadadoras poseen mayor porcentaje y kilos de masa grasa que sus compañeros varones, los cuales, a su vez, presentaron mayor masa muscular que las mujeres, situación similar a la reportada por Martínez-Sanz, Mielgo-Ayusoc y Urdampilleta (2012). Las mujeres presentan alturas de salto en SJ, en CMJ y en ABK inferiores a los reportados por Véliz, Maureira y Erazo (2016) en un grupo de nadadoras chilenas con similares características. Para Hernández (2003) la respuesta de algunos estímulos sobre el rendimiento deportivo tiene que ver más con las características funcionales y fisiológicas que suceden en el organismo que a la ejecución mecánica de un tipo de entrenamiento, sea o no similar al gesto deportivo. Las variaciones individuales y las diferentes etapas del ciclo de entrenamiento en la que se encontraban las deportistas pueden explicar las diferencias en las alturas de

saltos registradas.

En cuanto a los resultados antropométricos y alturas de saltos encontrados en varones, los datos descritos en la presente investigación son similares a los de Yustres, González, Barragán, Calvo y Abellá (2015) donde evaluaron ocho nadadores de categoría masculina de 17,8±3,6 años, donde se encontraron alturas de 31,52±2,8 cm en CMJ y 35,5±2,1 cm en ABK. También se encontró una relación positiva entre la fuerza de press de banco, prensa de piernas y preñión manual izquierda con la cantidad de años entrenando natación, esto se explica según Lloyd, Faigenbaum, Stone, Oliver, Jeffreys, Moody et al. (2014) porque en la adolescencia, además del mayor desarrollo neural, se suman los cambios hormonales, que en varones facilitan la hipertrofia y ponen en evidencia las diferencias de fuerza muscular relacionadas con el sexo, que es mayor en varones que en mujeres. Behringer, Vom Heede, Matthews, Mester J (2011) y Faigenbaum, Farrell, Fabiano, Radler, Naclerio, Ratamess et al. (2013) explican que el incremento de la fuerza se consigue después de 8 semanas de entrenamiento, el cual debe realizarse en forma continua para mantener los beneficios logrados. Esto puede explicar por qué los deportistas que llevan más tiempo entrenando natación tienen mejores niveles de fuerza.

Por otro lado, cuando se relacionan variables antropométricas con la velocidad de nado se aprecia que el IMC, el porcentaje de masa muscular, los kilos de masa muscular y ósea se correlacionan negativamente con los tiempos en 50 metros libre en mujeres. Los kilos y porcentaje de masa muscular se correlacionan negativamente con los tiempos de 100 metros libre y los kilos y porcentaje de masa muscular se correlaciona positivamente con los tiempos en 200 metros combinados en varones. Resultados similares a los encontrados en la investigación de Arroyo-Toledo (2012) donde aplicaron un entrenamiento inverso de 14 semanas a 25 nadadores de nivel nacional y regional de la comunidad de Castilla-la Mancha con edades de 16,1±1,0 donde se logró constatar que a medida que el entrenamiento inverso avanzaba los deportistas tuvieron aumentos en masa muscular esquelética y disminución del porcentaje de grasa, lo cual se relacionaba con mejoras del rendimiento de 100 metros en estilo crol.

Cuando se relaciona la potencia y la fuerza con la velocidad de nado se observa que los valores del press banco, prensa horizontal, pull down y preñión de mano izquierda se correlacionan negativamente con el tiempo en 50 metros libre en mujeres. La fuerza en press banco y preñión de mano derecha se relacionan negativamente con los tiempos en 100 metros libre, la fuerza en press banco, prensa horizontal, pull down y preñión de ambas manos se relaciona negativamente con los tiempos en 100 metros espalda en varones. Esta situación es similar a la descrita por Garrido, Marinho, Barbosa, Costa, Silva, Pérez, et al. (2010) donde se evaluaron a 28 nadadores jóvenes (16 varones y 12 mujeres) mostrando una correlación negativa entre la fuerza de 6 RM de extensión de rodilla con 25 m sprint ( $r=-.692$ ) y 50 m sprint ( $r=-.622$ ); 6 RM de bench press con 25 m sprint ( $r=-.575$ ) y 50 m sprint ( $r=-.586$ ) y CMJ con 25 m sprint ( $r=-.149$ ) y 50 m sprint ( $r=-.204$ ).

Los resultados de press banco, prensa horizontal, pull



down y prensión de ambas manos se correlaciona positivamente con los tiempos en 200 metros combinados en varones y si bien la literatura ratifica que el entrenamiento de fuerza tiene efectos beneficiosos sobre el rendimiento de pruebas deportivas de más larga distancia (Berryman, Mujika, Arvisais, Roubeix, Binet y Bosquet, 2018), parece ser que el entrenamiento de fuerza con cargas más elevadas se relaciona mejor con pruebas más cortas en natación. Por ejemplo, Soultanakis, Nafpaktiitou y Mandaloufa (2019) analizaron el rendimiento del sprint en natación en 21 nadadores de categoría junior (12 mujeres y 9 hombres) después de 6 semanas de entrenamiento de fuerza máxima y salto vertical, los investigadores encontraron que la velocidad en natación de los tiempos divididos de 5 m, 15 m y 25 m mejoraron con el entrenamiento de fuerza máxima ( $p=.02$ ,  $p=.03$  y  $p=.01$ , respectivamente). Esto se puede explicar ya que la mejora de fuerza se puede atribuir principalmente a adaptaciones neurales y metabólicas vitales, inducidas por el entrenamiento de fuerza máxima, lo cual proporcionan al atleta una mayor capacidad para generar fuerza, potencia y velocidad en distancias cortas por sobre distancias largas (West, Owen, Cunningham, Cook y Kilduff, 2011).

### Conclusión

El presente estudio muestra que existen correlaciones negativas entre variables antropométricas, potencia y fuerza con resultados de tiempos de nado en distancias cortas (50 metros estilo libre y 100 estilo espalda) en mujeres y varones y existen correlaciones positivas entre variables antropométricas, potencia y fuerza con resultados de tiempos de nado en distancias largas (200 metros combinados) en varones. Una de las limitaciones de la presente investigación es el amplio rango de edad de los nadadores, situación a tener en cuenta al momento de interpretar los datos, también son necesarias nuevas investigaciones en nadadores, donde se analicen variables como tiempo de velocidad en competición por cada estilo, experiencia deportiva, tiempo de entrenamiento, distintos tipos de fuerza, tipo de metodología de entrenamiento deportivo, por periodos más prolongados, para poder entender y explicar el desempeño que logran en su disciplina tras estrategias específicas que intenten mejorar el rendimiento deportivo.

### Referencias

- Alptekin, A. (2014). Body Composition and Kinematic Analysis of the Grab Start in Youth Swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 42, 15-26.
- Arroyo-Toledo, J. (2012). Composición corporal y rendimiento en la natación. Natación saltos/sincro waterpolo. 35(1), 30-34
- Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J. & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(3), 357-365.
- Barbosa, T., Morais, J., Marques, M., Costa, M. & Marinho, D. (2014). The power output and sprinting performance of young swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 440-450.
- Benavides, L., Santos, P. y R, González, R. (2016). Anthropometric profile and somatotype of amateur swimmers belonging to a team in Talca. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM.*, 17(1), 39-47
- Berryman, N., Mujika, I., Arvisais, D., Roubeix, M., Binet, C. and Bosquet, L. (2018). Strength Training for Middle- and Long-Distance Performance: A Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(1), 57-63
- Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 50, 273-82.
- Behringer, M., Vom Heede, A., Matthews, M. & Mester, J. (2011). Effects of strength training on motor performance skills children and adolescents. *A meta-analysis. Pediatric Exerc Sci*, 23(2), 186-206.
- Breed, R. & Young, W. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sports Sciences*, 21(3), 213-220.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing: predicting a one-rep max from repetitions to fatigue. *JOPERD*, 64, 88-90.
- Cabañas, M. & Esparza, F. (2009). *Compendio de cineantropometria*. Madrid: CTO.
- Caputo, F., Oliveira, M., Denadai, B. & Greco, C. (2006). Intrinsic factors of the locomotion energy cost during swimming. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(6), 399-404.
- Cofre, C., Ramírez-Campillo, R., Herrera-Valenzuela, T., Espinosa, A. & Valdivia-Moral, P. (2018). Comparación del déficit bilateral en la potencia muscular de futbolistas y estudiantes. *Sportis Sci J*, 4(1), 3-15.
- Dopsaj, M., Matkoviæ, I. & Zdravkoviæ, I. (2000). The relationship between 50m freestyle results and characteristics of tethered forces in male sprint swimmers: A new approach to tethered swimming test. *In Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 1(7), 15-22
- Faigenbaum, A., Farrell, A., Fabiano, M., Radler, T., Naclerio, F., Ratamess, N., Kang, J. & Mye, G. (2013). Effects of detraining on fitness performance in 7-year-old children. *J Strength Cond Res*, 27(2), 323-30.
- Garrido, N., Marinho, D., Barbosa, T., Costa, A., Silva, A., Pérez-Turpin, J. & Marques, M. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport & Exercise*, 5(2), 240-249.
- Girold, S., Maurin, D., Dugue, B., Chatard, J. & Millet, G. (2007). Effects of dryland vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 599-605.
- Godínez, S., Marmolejo, G., Márquez, E., Siordia, J. & Baeza Camacho, R. (2002). La grasa visceral y su importancia en obesidad. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 10(3), 121-127.
- Hernández, J. (2003). Efecto de tres tipos de entrenamiento para el tren inferior: una verificación del principio de especificidad. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 3(1), 11-26.
- Johnson, R., Sharp, R. & Hedrick, C. (1993). Relationship of swimming power and dryland power to sprint freestyle performance: a multiple regression approach. *Journal of*

- Swimming Research*, 9, 10-14.
- Kerr, D. (1998). *An anthropometric method for the fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years*. Tesis de magister, Simon Fraser University, Canadá.
- Lloyd, R., Faigenbaum, A., Stone, M., Oliver, J., Jeffreys, I., Moody, J., et al. (2014). Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *Br J Sports Med*, 48(7), 498-505.
- Martínez-Sanz, J., Mielgo-Ayusoc, J. & Urdampilleta, A. (2012). Composición corporal y somatotipo de nadadores adolescentes federados. *Rev Esp Nutr Hum Diet*, 16(4), 130-136.
- Monu, J. (2013). Sport-specific training for a competitive freestyle sprint swimmer. *Strength & Conditioning Journal*, 35(5), 48-55.
- Peyrebrune, M., Toubekis, A., Lakomy, H. & Nevill, M. (2012). Estimating the energy contribution during single and repeated sprint swimming. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*, 24(2), 369-376.
- Saavedra, S. & Vergara, R. (2013). *Validación y comparación de tres alfombras de saltabilidad*. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias del Deporte y la Actividad Física. Universidad Santo Tomás, Santiago de Chile.
- Siders, W., Lukaski, H. & Bolonchuk, W. (1993). Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(2), 166-171.
- Soultanakis, H., Nafpaktiitou, D. & Mandaloufa, S. (2019). Impact of cool and warm water immersion on 50-m sprint performance and lactate recovery in swimmers. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(4), 267-72.
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T. & De Ridder, H. (2011). *International standards for anthropometric assessment (ISAK)*. New Zealand: Lower Hutt.
- Strzala, M. & Tyka, A. (2009). Physical endurance, somatic indices and swimming technique parameters as determinants of front crawl swimming speed at short distances in young swimmers. *Medicina Sportiva*, 13(2), 99-107.
- Toussaint, H., Van den Berg, C. & Beek, W. (2002). «Pumped-up propulsion» during front crawl swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 314-319.
- Véliz, C., Maureira, F. y Erazo, L. (2016). Fuerza explosiva, explosivo-elástica y reactiva en gimnastas, voleibolistas, nadadoras y nadadoras sincronizadas del Estadio Mayor de Santiago de Chile. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, 7(42), 66-77.
- West, D., Owen, N., Cunningham, D., Cook, C. & Kilduff, L. (2011). Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 950-955.
- Willems, T., Cornelis, J., De Deurwaerder, L., Roelandt, F. & De Mits, S. (2014). The effect of ankle muscle strength and flexibility on dolphin kick performance in competitive swimmers. *Human Movement Science*, 36, 167-176.
- Yustres, I., González, J., Barragán, R., Calvo, B. y Abellá, C. (2015). Variaciones del rendimiento en la salida de natación mediante la respuesta aguda a diferentes protocolos de entrenamiento. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 411(4), 23-34.

